



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES A
BASE DE ALGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*
L.) MONTALVO- LOS RÍOS
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

LEMA RAMÍREZ RAÚL ESTEBAN

TUTOR

ING. ILEER SANTOS VÍCTOR NASARIO

GUAYAQUIL - ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ILEER SANTOS VICTOR NASARIO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES A BASE DE ALGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) MONTALVO- LOS RÍOS**, realizado por el estudiante **LEMA RAMÍREZ RAÚL ESTEBAN**; con cédula de identidad N° **1207571546** de la carrera **DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 14 de diciembre del 2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES A BASE DE ALGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) MONTALVO- LOS RÍOS”**, realizado por el estudiante **LEMA RAMÍREZ RAÚL ESTEBAN**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Juan Martillo García, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Fanny Rodríguez Jarama, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Wilmer Baque Bustamante, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Víctor Iller Santos, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 14 de diciembre del 2022

Dedicatoria

Este trabajo, se lo dedico a Dios por ser quien guía mi camino, por darme la sabiduría y fortaleza durante toda mi carrera.

A mis padres Juan Lema y Mariuxi Ramírez, por siempre confiar en mí, dándome todo el apoyo que necesite a lo largo de mi carrera, enseñándome a valorar todo el sacrificio que hacen por mí.

A mis hermanos, por estar siempre presentes y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

Agradecimiento

Agradezco a dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, siendo el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres, quienes me ayudaron en todo lo que he necesitado, por hacer posible que sea un profesional.

A la Universidad Agraria del Ecuador, por darme la oportunidad de estudiar y convertirme en un profesional, a los docentes que siempre compartieron sus conocimientos y ayudarme en cualquier duda.

Autorización De Autoría Intelectual

Yo, **LEMA RAMÍREZ RAÚL ESTEBAN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES A BASE DE ALGAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa L.*) MONTALVO- LOS RÍOS”** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 14 de diciembre del 2022

LEMA RAMÍREZ RAÚL ESTEBAN
C.I. 1207571546

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACION DEL TUTOR.....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización De Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tabla.....	12
Índice de figura	13
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamientos y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Justificación de la investigación.....	18
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivo específicos.....	19
1.7 Hipótesis	19
2. Marco teórico	20
2.1 Estado de arte.....	20

2.2 Bases teóricas	21
2.2.1 Origen del cultivo de arroz	21
2.2.2 Clasificación taxonómica del cultivo del arroz.....	21
2.2.3 Características morfológicas del cultivo de arroz.....	22
2.2.3.1. La raíz.....	22
2.2.3.2. El tallo.....	23
2.2.3.3. Las hojas.....	23
2.2.3.4. Las flores	23
2.2.3.5. La semilla	24
2.2.4 Requerimiento edafoclimáticas	24
2.2.4.1. Suelo.....	24
2.2.4.2. Clima.....	25
2.2.4.3. Temperatura.....	25
2.2.4.4. El pH.....	26
2.2.4.5. Precipitación.....	26
2.2.4.6. Riego	26
2.2.5 Características agronómicas de la variedad SFL – 11	26
2.2.6 Bioestimulantes.....	27
2.2.6.1. Ventajas y desventajas	29
2.2.6.2. Bioestimulantes a base de algas marinas.....	29
2.2.6.3. Datos técnicos de los productos evaluados.....	30
2.2.6.3.1. Biotrac	30
2.2.6.3.2. Orgkapp.....	31
2.3 Marco legal.....	32
3. Materiales y métodos	34

3.1 Enfoque de la investigación	34
3.1.1 Tipo de Investigación.....	34
3.1.1.1. Investigación aplicada	34
3.1.1.2. Investigación documental	34
3.1.1.3. Investigación de campo.....	34
3.1.1.4. Investigación experimental	34
3.1.1.5. Investigación descriptiva.....	34
3.1.2 Diseño de investigación	35
3.2 Metodología	35
3.2.1 Variables	35
3.2.1.1. Variables independientes	35
3.2.1.2. Variables dependientes	35
3.2.1.2.1. Altura de las plantas (cm).....	35
3.2.1.2.2. Número de macollo	35
3.2.1.2.3. Longitud de la panícula (cm).....	35
3.2.1.2.4. Número de granos llenos	35
3.2.1.2.5. Peso de 1000 granos.....	36
3.2.1.2.6. Rendimiento (kg/ha).....	36
3.2.1.2.7. Análisis económico.....	36
3.2.2 Tratamiento.....	36
3.2.3 Diseño experimental	37
3.2.4 Recolección de datos.....	38
3.2.4.1. Recursos	38

3.2.4.1.1. Recursos bibliográficos.....	38
3.2.4.1.2. Recursos humanos	38
3.2.4.1.3. Herramientas y equipos.....	38
3.2.4.2. Métodos y técnicas	39
3.2.4.2.1. Métodos.....	39
3.2.4.2.2. Técnicas de manejo de experimento	39
3.2.5 Análisis estadístico	39
3.2.5.1. Hipótesis estadística.....	40
4. Resultados	41
4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de arroz según los tipos de algas usadas como bioestimulantes.....	41
4.1.1 Altura de la planta	41
4.1.2 Número de macollos	42
4.1.3 Longitud de la panícula	42
4.1.4 Número de granos llenos	43
4.2 Determinación del tratamiento que genere mayor producción en el cultivo de arroz.	43
4.2.1 Peso de 1000 granos.....	43
4.2.2 Rendimiento (kg/ha).....	44
4.3 Análisis de beneficio-costo para los tratamientos en estudio.	44
5. Discusión	46
6. Conclusiones	48
7. Recomendaciones.....	49
8. Bibliografía.....	50

9. Anexo..... 57

Índice de tabla

Tabla 1. Tratamientos de estudios	36
Tabla 2. Área del diseño experimental	37
Tabla 3. Análisis Andeva	37
Tabla 4. Altura (cm) de la planta a los 15 y 35 días	41
Tabla 5. Número de macollos a los 60 días	42
Tabla 6. Longitud de la panícula a los 100 días	42
Tabla 7. Número de granos llenos	43
Tabla 8. Peso de 1000 granos	44
Tabla 9. Rendimiento (kg/ha)	44
Tabla 10. Relación beneficio/costo.....	45

Índice de figura

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	57
Figura 2. Croquis del trabajo experimental.....	57
Figura 3. Semilla SFL-11 (Ficha Técnica).	58
Figura 4. Ficha técnica orgkapp (<i>Kappaphycus alvarezzi</i>).	58
Figura 5. Ficha técnica biotrac (<i>Ascophylum nodosum</i>).	59
Figura 6. Preparación del terreno.	59
Figura 7. Trasplante de arroz.	60
Figura 8. Delimitación para las parcelas de ensayo.	60
Figura 9. Aplicación de los tratamientos en estudio.	61
Figura 10. Preparacion del bioestimulante para la segunda aplicación.....	61
Figura 11. Control de insectos plagas.	62
Figura 12. Toma de variables.	62
Figura 13. Inspección de los tratamientos en estudio.	63
Figura 14. Visita del tutor al campo de experimental.....	63
Figura 15. Cosecha del arroz.	64
Figura 16. Peso de los 1000 granos.....	64
Figura 17. Análisis de varianza – altura de la planta a los 15 y 35 días.	65
Figura 18. Análisis de varianza - número de macollos.	66
Figura 19. Análisis de varianza - longitud de la panícula.....	66
Figura 20. Análisis de varianza - granos llenos.	67
Figura 21. Análisis de varianza - peso de 1000 granos.....	67
Figura 22. Análisis de varianza - rendimiento.....	68

Resumen

En el cantón Montalvo, los agricultores, hacen una mala utilización de los bioestimulantes en el cultivo de arroz, ya que aplican dosis inadecuadas. En este sentido, la presente investigación, evaluó la complementariedad de dos bioestimulantes a base de algas, con la finalidad de aumentar el rendimiento en arroz en el sector antes mencionado. El diseño experimental aplicado fue el (DBCA) bloques completamente al azar, debido a que este estudio tiene características homogéneas, con tres tratamientos y cinco repeticiones, más el testigo convencional, aplicando el análisis de varianza (ANDEVA), para cada una de las variables evaluadas se realizó la prueba Tukey el cual determina si son o no significativamente diferentes y además determina la media de cada una de las repeticiones. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa Infostat, el cual nos dio como resultado que El Tratamiento 3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) con un rendimiento de 7112.80 kg/ha y en el peso de las 1000 semillas dio un resultado de 32.98 gramos, y el que presentó un menor resultado fue el Tratamiento 4 que corresponde al testigo el cual no se le aplicó bioestimulantes, el cual presentó un rendimiento de 6307 kg/ha, y dando en el peso de las 1000 semillas una media de 29.52 gramos. Por lo que se pudo concluir que el tratamiento que mejores resultados fue el T3 con la aplicación de los dos tipos de alga con la dosis de 1 litro/hectárea, además fue uno de los tratamientos más rentables.

Palabras claves: algas marinas, arroz, bioestimulantes, manejo, rendimiento.

Abstract

In Montalvo canton, farmers misuse biostimulants in rice cultivation, since they apply inadequate doses. In this sense, the present investigation evaluated the complementarity of two algae-based biostimulants, in order to increase rice yield in the aforementioned sector. The experimental design applied was the (DBCA) completely randomized blocks, because this study has homogeneous characteristics, with three treatments and five repetitions, plus the conventional control, applying the analysis of variance (ANDEVA), for each of the variables. evaluated, the Tukey test was performed, which determines whether or not they are significantly different and also determines the mean of each of the repetitions. The statistical analyzes were carried out in the Infostat program, which gave us the result that Treatment 3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) with a yield of 7112.80 kg/ha and in the weight of the 1000 seeds gave us a result of 32.98 grams, and the one that presented a lower result was Treatment 4, which corresponds to the control which was not applied biostimulants, which presented a yield of 6307 kg/ha, and giving in the weight of the 1000 seeds an average of 29.52 grams. Therefore, it was possible to conclude that the treatment with the best results was T3 with the application of the two types of algae with a dose of 1 liter/hectare, and it was also one of the most profitable treatments.

Keywords: seaweed, rice, biostimulant, management, yield.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El Ecuador es considerado un territorio productor y consumidor de arroz (117 libras al año por habitante), el 83% de los cultivos de la gramínea se hallan en el Guayas y Los Ríos, la zona costa representa el 98.8% del área sembrada del territorio, mientras tanto que en la sierra y amazonia se siembra solamente el 0.5% y 0.7% del total nacional, respectivamente. No obstante, en Ecuador, la producción arrocerá conlleva todos los años a eventos noticiosos como la baja productividad (Quijije, Carvajal, García y Cedeño, 2019, p.1).

En el Ecuador se considera que el arroz se cultiva en su mayoría en las provincias del Guayas y Los Ríos y en menor proporción en Manabí y El Oro. Las tecnologías de desempeño de cultivo usadas en los dos casos son variadas. Se considera que las zonas sembradas de arroz, el 60 % corresponde a riego y el 40 % a secano (Instituto Nacional De investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2013).

El cultivo del arroz es un rubro de enorme trascendencia para la población, pertenece a la dieta de la mayoría de familias tanto en Ecuador como en torno al mundo, además de ser fuente de trabajo agrícola persistente, representando una forma digna y decente de obtener ingresos (Meza, Gómez y Joran, 2017, p. 22).

La producción arrocerá nacional se ve afectada, para resolver los inconvenientes de bajo rendimiento y producción de arroz se considera necesario realizar investigaciones que puedan detectar variedades no solo de altos rendimientos, sino de buena calidad simultáneamente hacer una conveniente fertilización, requisito primordial para levantar la producción debido a que hay diferentes componentes que imposibilitan conseguir el potencial beneficioso de las variedades de arroz (Velez, 2015).

En los actuales momento se están implementando productos bioestimulantes, que vigoriza, aumentan y activa el incremento de las plantas, además estimulan el desarrollo de las raíces, tallo, hojas, mejoran la nutrición, el florecimiento y el cuajado de granos, optimización los efectos negativos de la salinidad de los suelos, sequía,

exceso de humedad, fuertes vientos, temperaturas extremas, toxicidad gracias a pesticida y otros agroquímicos, ataques de plagas y enfermedades, por lo que optimización los rendimientos de los cultivo (Barzola, 2017).

Las algas y sus derivados mejoran el suelo así mismo vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos también la calidad de las cosechas, por lo que en la medida que esta práctica se extienda irá sustituyendo el uso de los productos químicos de síntesis por orgánicos, favoreciendo así una agricultura sostenible. Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes porque liberan más lentamente el nitrógeno, y además son ricas en microelementos y no generan semillas de malezas (INFOAGRO, 2020).

1.2 Planteamientos y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Múltiples estudios han mostrado los beneficios ambientales, económicos y productivos que se pueden generar al incluir diferentes especies de algas como bioestimulantes. Los productores de arroz en el cantón Montalvo provincia de Los Ríos se ven afectados a la hora de la cosecha por el bajo rendimiento que tiene este cultivo debido a factores como el uso inadecuado de fertilizantes y las malas prácticas agrícolas, por estos motivos se incrementa los costó de producción por la aplicación inadecuada que se realizan en este cultivo. Uno de los problemas serios que afronta constantemente este cultivo es el desconocimiento al momento de la aplicación de un estimulante y dosis inadecuadas obteniendo una baja producción del cultivo de arroz, ya que los precios de producción son altos.

El cultivo de arroz presenta limitaciones en el manejo agronómico, que a corto o largo plazo es una problemática para el pequeño o mediano agricultor, generando menos rentabilidad y pérdidas ocasionado por el mal uso de algunos productos

químicos que disminuye el rendimiento del cultivo, así mismo destruyendo los microorganismos benéficos que están presentes en el suelo, por ende, esto acarrea a pérdidas económicas para los agricultores o productores de arroz.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál de las dos especies de algas marinas aplicadas como bioestimulantes foliares al cultivo del arroz se obtiene un mayor rendimiento de producción?

1.3 Justificación de la investigación

El proyecto se realizó con la finalidad de conocer la efectividad en cuanto a la aportación de nutrientes que se obtiene con la aplicación de bioestimulantes foliares a base de algas en el cultivo de arroz. Otro punto importante es el poder otorgar una alternativa viable del uso de bioestimulantes al pequeño y gran agricultor, además, al efectuar esta investigación se contribuirá con información de investigación realizada en el país; contribuyendo así al desarrollo de más proyectos que tengan como objeto de estudio de la aplicación de bioestimulantes foliares a bases de algas. De esta manera los pequeños, medianos y grandes agricultores podrán tener una alternativa fiable que no solo contribuirá a su economía, sino que también será amigable con el medio ambiente.

1.4 Delimitación de la investigación

La delimitación de la investigación indica con precisión el espacio, el tiempo o período y la población involucrada.

- **Espacio:** El estudio investigativo experimental se lo realizó en la provincia de Los Ríos, cantón Montalvo, recinto Bosque de Oro, coordenada, 1°49'16.47"S-79°16'42.31"O (ver anexos, Figura 1)
- **Tiempo:** 6 meses desde el mes de marzo del 2022 a septiembre del 2022.

- **Población:** Se beneficiaron las comunidades cercanas del área de trabajo experimental los comuneros de Montalvo y todos los productores arroceros a nivel nacional.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de dos bioestimulantes foliares a base de algas como complemento nutricional para aumentar la producción en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Montalvo provincia de Los Ríos.

1.6 Objetivo específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz según los tipos de algas usadas como bioestimulantes.
- Determinar el tratamiento que genere mayor producción en el cultivo de arroz.
- Realizar un análisis de beneficio-costos para los tratamientos en estudio.

1.7 Hipótesis

La aplicación de dos especies de algas marinas en estudio incrementa el crecimiento vegetativo y rendimiento del cultivo de arroz lo cual representará el aumento de la rentabilidad productiva en el cantón Montalvo, provincia de Los Ríos.

2. Marco teórico

2.1 Estado de arte

Gaibor (2019), menciona que “las aplicaciones de los bioestimulantes a base de algas, incidieron en la obtención de niveles adecuados de nutrientes en las plantas” (p. 20).

A partir de los años 50, la utilización de algas fue sustituido por los extractos hechos de diferentes especies de macroalgas. En la actualidad, dichos extractos han ganado asentimiento como “bioestimuladores de las plantas”. Ellos inducen respuestas fisiológicas en las plantas, como por ejemplo la promoción del aumento vegetal, el mejoramiento de la floración y del rendimiento, la estimulación de la calidad y del contenido nutricional del producto que se puede comer, así como la prolongación de la vida en anaquel. Además, las aplicaciones de diversos tipos de extractos han estimulado la tolerancia de las plantas a un extenso rango de estrés abiótico (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas [INCA], 2020).

El extracto de algas contiene aminoácidos, vitaminas, auxinas, macro y citoquinas micronutrientes y ácido abscísico como sustancias promotoras del crecimiento, la utilización de biorreguladores basados en de las algas en el cultivo de arroz ha ido sumando una enorme capacidad para incrementar la productividad, obteniendo un menor costo de producción, generando más ganancias (Oliveira, 2018).

Villafuerte (2015), expone que los resultados conseguidos por medio del estudio foliar, presentaron niveles adecuados de la mayor parte de nutrientes con las aplicaciones de diversos tipos de algas, a distinción de los nutrientes Zn y Cu, que evidenciaron niveles deficientes en la enorme mayor parte de los tratamientos.

Martinez (2018), señala que los resultados presentan que las aplicaciones de bioestimulantes en el cultivo de arroz ayudan a mejorar el incremento de la planta

debido a que sirven como vías para los demás nutrientes, perfeccionando la calidad de las cosechas y por ende incrementando los rendimientos, los cuales han permitido obtener un óptimo contenido de diversos nutrientes en las hojas.

Almeida (2021) indica que, los extractos de algas marinas ayudan a aumentar el rendimiento y calidad de las cosechas, así como la síntesis de hormonas e influyen en la absorción y translocación de nutrientes, sus elevados contenidos de fibra ayudan al suelo a mejorar su capacidad de retención de humedad y promueve a la activación de los microorganismos útiles del suelo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del cultivo de arroz

Pincioli (2015) indica que se considera que los principios geográficos es el estado de *Oryza* en el noroeste de India, sobre las laderas del Himalaya. Esta conjetura está apoyada por la existencia y conservación de la variabilidad genética que existe en el área, gracias a la diseminación de cruzamientos y favorecido por el aislamiento de dichas condiciones del medio ambiente.

Los más grandes productores de arroz en todo el mundo son las naciones asiáticas, primordialmente (91.3 % con 501'980 000 Tm.), por lo cual, dentro del entorno mundial, las producciones que se otorgan en la Alianza Europea son poco significativas (Aguilar, 2010).

2.2.2 Clasificación taxonómica del cultivo del arroz

Según Valladares (2010) explica la siguiente taxonomía del arroz:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliopyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales

Familia:	Poaceae	2.2.3	Características
Género:	<i>Oryza</i>	morfológicas del cultivo de	
Especie:	<i>Sativa</i>	arroz	

Nombre científico: *Oryza sativa* L. La morfología del arroz se la realiza en dos etapas, la primera etapa vegetativa (incluye los estadios de germinación, plántula, e inicio y pleno mancillamiento) y la etapa reproductiva (iniciación del primordio floral a emergencia de la panoja y emergencia de la panoja a madurez). El conocimiento de la morfología de la planta de arroz es importante para interpretar las prácticas de manejo del cultivo y su comercialización (Fierro, 2006).

2.2.3.1. La raíz

Arrogocés (2005), indica que a lo largo de su desarrollo la planta de arroz tiene 2 clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo después reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes.

Bravo (2011), menciona que las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Tiene 2 tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de una naturaleza temporal y las raíces adventicias, que poseen una independiente ramificación y están formados desde los nudos inferiores del tallo joven.

El desarrollo del sistema radical, aunque es un carácter varietal determinado, está definido por el sistema de cultivo y por la naturaleza de los suelos. En variedades de arroz flotante, están compuestas por raíces adventicias en los nudos más elevados de la porción del tallo sumergida en el agua (FAO, 2013).

2.2.3.2. El tallo

El tallo se compone por la alternación de nudos y entrenudos. En el nudo o zona nodal están compuestos una hoja y una yema, esta última puede realizarse y conformar una macolla. La yema está entre el nudo y la base de la vaina de la hoja (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 2005).

Laya (2021) manifiesta que el tallo, en sus inicios, es una composición muy corta (mucho menos de 1 cm) y subterránea. En esta corta composición permanecen bien diferenciados los nudos, en secuencia alterna con los entrenudos que después se extienden. Desde los nudos basales del tallo primordial se desarrollan los hijos primarios y, en esta sucesión paralelamente, surgen los vástagos secundarios y terciarios.

2.2.3.3. Las hojas

Las hojas de la planta de arroz se hallan distribuidas en forma alterna en todo el tallo. La primera hoja que surge en la base del tallo primordial o de las macollas se llama prófalo, no posee lámina y permanecen conformados por dos brácteas aquilladas (Alvarez, 2018, p.07).

2.2.3.4. Las flores

Ronquillo (2017) menciona que “Las flores tienen 6 estambres y un pistilo donde se distingue el ovario, estilo y estigma. La espiguilla la conforman 3 extractos de partes florales, de los cuales el de mayor relevancia es el de las glumas fértiles” (p.23).

La composición floral del arroz es la espiguilla que está formada por las glumas y la flor. La flor. El desarrollo de cada una de estas construcciones está bajo control genético. La composición de la panícula cambia según las variedades y es fundamental ya que coopera al rendimiento final del grano. La inflorescencia tiene 2 tipos de meristemas; el del raquis y el de las ramas (Paredes, 2020).

2.2.3.5. La semilla

El grano de arroz, usualmente denominado semilla, recién cosechado se compone por el cariópse y por cáscara, está última compuesta de glumas. Industrialmente se estima al arroz cáscara ese comprendido por el grupo de cariópse y glumas. Paralelamente el cariópse, se compone por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegmen (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto) (Olmos, 2007).

2.2.4 Requerimiento edafoclimáticas

2.2.4.1. Suelo

El suelo en el que se puede desarrollar el arroz es tan variado, como el rango de climas, al cual se puede exponer el cultivo. La textura cambia de arenosa a arcillosa; con extremos de pH entre 3.0 a 10.0, no obstante, su mejor desarrollo lo recibe pH de 5.0 ni pasa de 6.5; contenido de materia orgánica del 1 al 50%; concentraciones de sal de 0-1%, tolerando bastante la salinidad (Alvarez, 2018).

Mariasg (2013), manifiesta que donde se cultiva arroz se ajusta a toda clase de suelos, a partir de suelos arenosos difíciles de inundar y con una gigantesca facilidad para perder los nutrientes por lixiviado, hasta suelos arcillosos muchísimo más pesados y con una alta capacidad para retener agua. La topografía del suelo no influye de manera directa sobre la productividad del cultivo, sin embargo, puede influir incrementando los precios de producción y dificultando la mecanización

El cultivo tiene sitio en una extensa gama de suelos, variando la textura a partir de arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las tareas, pero son más fértiles al tener más grande contenido de arcilla, materia orgánica y proporcionar más nutrientes (Barker, 2011).

2.2.4.2. Clima

Los factores climáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año con humedad relativa generalmente alta. Estas zonas son fértiles y su mayor limitante es la inadecuada disponibilidad de agua, factor que en extensas zonas de secano es mínimo, sujeto a las lluvias (INIAP, 2014).

Guamán (2011) manifiesta que el arroz es un cultivo tropical y subtropical, aunque la más grande producción en todo el mundo se reúne en los climas húmedos tropicales, sin embargo, además se puede cultivar en las zonas húmedas de los subtrópicos y en climas templados y mediterráneos. El cultivo se prolonga a partir de los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva a partir del grado del océano hasta los 2500 metros de altitud.

2.2.4.3. Temperatura

La temperatura no solo perjudica el incremento, sino que además el desarrollo de la planta de arroz. Para el cultivo del arroz, las temperaturas críticas permanecen por abajo de los 20° C y por encima de los 32° C. Se estima que la temperatura óptima para la germinación, el aumento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C (Dirección de ciencia y Tecnología [DICTA], 2003).

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas mejores a ésta, las plantas crecen más inmediatamente, empero los tejidos se realizan bastante blandos e inconsistentes, siendo más sensibles a los ataques de patologías. El mínimo de temperatura para

florecer se considera de 15 °C. El óptimo de 30 °C. Por encima de 50 °C no se produce la floración (Malla, 2015).

2.2.4.4. El pH

La mayor parte de los suelos tienden a modificar su pH hacia la neutralidad escasas semanas luego de la inundación. El pH de los suelos ácidos se incrementa con la inundación, en lo que para suelos alcalinos pasa lo opuesto. El pH óptimo para el arroz es 6.6, puesto que con este costo la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica (INFOAGRO, 2017).

2.2.4.5. Precipitación

El arroz no solo que cultiva en condiciones de irrigación, sino además en regiones bajas con altas precipitaciones, regiones con láminas profundas de agua y en regiones altas en condiciones regularmente drenadas. En estas situaciones el arroz puede estar individuo a perjuicios provocados por la sumersión de la planta gracias a la inundación de las tierras bajas; en lo que, en regiones altas, la sequía puede manifestarse (INIAP, 2008).

2.2.4.6. Riego

El agua es esencial para los requerimientos fisiológicos de la planta, las lluvias, si bien son relevantes, son irregulares en porción y repartición, por lo cual el riego debería indemnizar esos defectos, las necesidades de agua permanecen formadas por la utilización consuntivo (agua elemental para cubrir la evaporación a partir del área del suelo, la transpiración de la planta y el agua en la formación del follaje (Polón, 2016).

2.2.5 Características agronómicas de la variedad SFL – 11

Tiene un lapso vegetativo de 127 a 131 días en siembra directa, 117 a 140 días en siembra de trasplante, estatura de planta de 126 centímetros, grano largo, arroz entero

al pilar 67 %, latencia de la semilla 7-8 semanas, desgrane medio. Es condescendiente a *Pyricularia* grisea, Hoja blanca y sutilmente vulnerable a manchado del grano (Menéndez, 2020).

Esta variedad se lleva a cabo bien en los climas cálidos y los suelos con simple drenaje. Se cultiva en las provincias de Guayas, Manabí, Los Ríos y El Oro. Su explicación agronómica es la siguiente: Porcentaje de germinación: superior a 90 %. Elevación de la planta: 126 centímetros. Macollamiento: intermedio. Periodo de cultivo: 127 – 131 días promedio. Rendimiento de cultivo: 6 a 8 TM/ha. Grano extenso: 7.5 mm descascarado. Tiempo de cosecha: En invierno 122 días y en verano 131 días (Sánchez, 2019).

2.2.6 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se usan para potenciar el incremento y desarrollo de las plantas y dar más grande resistencia a las condiciones de estrés bióticos y abióticos, como por ejemplo temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas. Su estructura puede integrar auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otra fitohormona (Morales, 2017).

Alban (2014) manifiesta que los bioestimulantes generalmente, son sustancias orgánicas, mayormente de materiales vegetales (extractos), algas marinas entre otros, lo cual asegura una alta concentración de aminoácidos útiles y una interacción balanceada de nutrientes conforme con las necesidades de la planta.

El termino bioestimulante es usado para explicar sustancias orgánicas, que una vez que se utilizan en pequeñas porciones están afectando el incremento de las plantas y su desarrollo. Los bioestimulantes tienen la posibilidad de integrar fitohormonas, como

por ejemplo giberelinas, citoquininas, ácido absicico, ácido jasmónico, auxinas (Villegas, 2016).

Velez (2015) indica que los biostimulantes no son sustancias destinadas a arreglar una deficiencia nutricional, son formulaciones que tienen dentro diferentes hormonas en pequeñas porciones junto con otros compuestos químicos como aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y recursos minerales.

Zambrano (2019) manifiesta, que la utilización de bioestimulantes naturales de plantas se ofrece como una solución creativa para abordar los retos a la agricultura sustentable, para afirmar la absorción óptima de nutrientes, el rendimiento de los cultivos, la calidad y la tolerancia al estrés abiótico, no obstante, el proceso de selección y caracterización de las matrices bioestimulantes de las plantas es complejo e involucra una secuencia de estrictas evaluaciones adaptadas a las necesidades de la planta.

Aguayo y Cruz (2020) señalan, que hay numerosas maneras de utilizar un bioestimulante, así sea de manera foliar (a la hoja) o de manera directa al suelo (de forma edáfica). De igual manera, tienen la posibilidad de ser incorporados por medio de una mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, constantemente y una vez que se compruebe si existe compatibilidad entre el bioestimulante y el otro producto a utilizar, para que no se precipite, caso opuesto no es aconsejable hacer la mezcla.

Cadena (2014) indica que los bioestimulantes son sustancias que pese a no ser un nutriente, un pesticida o un regulador de aumento, al ser aplicado en porciones mínimas producen un efecto positivo en la germinación, desarrollo, incremento vegetativo, floración, cuajado de frutos y desarrollo de los frutos.

2.2.6.1. Ventajas y desventajas

Las ventajas que se obtienen al usar bioestimulantes es que mejoran el rendimiento, calidad del cultivo y cosecha además, son un complemento a la fertilización. Tiene un efecto de mitigación o tolerancia al estrés abiótico, también los cultivos asimilan mejor los nutrientes y contribuye a una agricultura sostenible (Saenz, 2021).

Fernández (2021) indica que algunas ventajas del uso de biostimulante es que ayuda a mejorar el rendimiento y la calidad de cultivos y cosechas. Son un complemento a la fertilización. Tienen un efecto de mitigación o tolerancia a los efectos de estrés abiótico. (Heladas, encharcamientos, golpes de sol y sequía) Los cultivos asimilan y procesan mejor los nutrientes. Usar bioestimulantes, contribuye a una agricultura sostenible. Mejora y promueve el desarrollo de microorganismos en el suelo.

Las desventajas que presenta el uso de bioestimulante es cuando se realiza una mala dosificación puede causar efectos negativos en el cultivo, además dependiendo del tipo de bioestimulante, puede llevar a mayores costos en los programas de manejo de los cultivos (Sáenz, 2021).

El mal uso de los bioestimulantes, traducido en excesos de dosificación, puede causar efectos negativos en los cultivos. Dependiendo del tipo de bioestimulantes, puede llevar a mayores costos en los programas de manejo de los cultivos el cual sería una gran desventaja (Fernández, 2021).

2.2.6.2. Bioestimulantes a base de algas marinas

González (2015) manifiesta que los bioestimulantes a base de extractos de algas, que son sustancias naturales biológicamente activas solubles en agua que favorecen la germinación de las semillas, aumentan el crecimiento y el rendimiento de las

plantas. Las algas contienen muchas sustancias biológicamente activas como vitaminas, minerales, reguladores del crecimiento, compuestos orgánicos y agentes humectantes, y sustancias mucilaginosas (agar, ácido algínico y manitol) que ayudan a retener la humedad y los nutrientes en la capa superior de la tierra.

Rodríguez (2013) explica que, las algas marinas y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas, aumentando los rendimientos y la calidad de las cosechas, por lo cual en la medida que esta práctica se extienda irá sustituyendo el uso de insumos químicos por lo orgánico.

Alvarado (2015) define que los efectos obtenidos por los bioestimulantes formulados a base de algas marinas ayuda al aumento de las plantas, incremento de las semillas, retrasan la senescencia, disminuyen la infestación por nematodos, aumentan la resistencia a patologías fúngicas y bacterianas.

El extracto de algas es un reservorio natural que posee entre macro y micronutrientes. Dichos componentes activos integran minerales traza como boro, molibdeno, cobre, hierro, zinc, manganeso, sílice y cobalto así como agentes quelatados o complicados como por ejemplo el ácido algínico y el manitol. Tienen dentro además bajas concentraciones de sustancias naturales promotoras del incremento (fitohormonas) que contribuyen al desarrollo de las plantas así como a mejorar su color y vigor. Por otro lado se ha demostrado que el extracto de algas aumenta la actividad microbiana del suelo contribuyendo a incrementar la disponibilidad de los nutrimentos para las plantas (Banchon, 2017).

2.2.6.3. Datos técnicos de los productos evaluados

2.2.6.3.1. Biotrac

Es una formulación líquida para aplicaciones foliares basada en una mezcla de nutrientes y compuestos bioactivos extraídos del complejo de algas *Ascophyllum*

nodosum. Fue desarrollado para mitigar condiciones de estrés abiótico (por ejemplo, frío y sequía) y para ayudar a las plantas en épocas de alta demanda metabólica, para estimular la floración y la formación de frutos, así como para aumentar la cantidad y calidad de la cosecha (YARA, 2021).

Compuesto nutricional

- N 65 g/l
- K₂O 27 g/l
- B 13 g/l
- Zn 13 g/l

YARA (2021) indica que en el cultivo de arroz la dosis que se recomienda es de 1L por hectárea en un volumen de agua mínimo de 100 L/ha. Su época de aplicación es en el desarrollo vegetativo después del trasplante y su forma de aplicación es vía foliar.

2.2.6.3.2. Orgkapp

Es un bioestimulantes orgánico, elaborado a bases del extracto de la macroalga *Kappaphycus alvarezzi*, su alto contenido nutricional mejora el metabolismo y el sistema defensivo del cultivo, haciéndolos más tolerantes al ataque de plagas y enfermedades. ORGKAPP, presenta un elevado contenido de fitohormonas vegetales y otros derivados orgánicos que actúan como promotores del crecimiento y retrasan la senescencia (Orgakapp SA, 2019).

Compuesto nutricional

Citoquininas 5.0 ppm, auxinas 0.18 ppm, giberelinas 1.2 ppm, betaína 38.0 ppm, arginina 1.25 %, manitol 2.1 %, ácido alginico 29.8 %, ácido fúlvico 8.5 %, ácido húmico 32.0%, polisacáridos 14.8 %, proteínas 12.0 %, nitratos 0.2%, fosfatos 3.2 %, silicio 3.8 %, sulfatos 0.9 %, potasio 9.6 %, hierro 109.0 %.

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador (2008)

Título VI Capítulo tercero Soberanía Alimentaria

Art. 281.- Numeral 3.- “Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

Numeral 8.- Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria (p. 136).

Título VII Régimen del buen vivir sección octava Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.

Art. 387.- Numeral 4.- Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales (p.138).

Numeral 5.- Reconocer la condición de investigador de acuerdo con la Ley (p. 138).

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria (p. 192).

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua (p. 193).

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (2009)

Art. 3.- Deberes del Estado. - literal d.- Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo y la utilización de cultivos agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimentario nacional (p. 2).

La presente Ley Orgánica respalda el proyecto de investigación ya que el mismo garantiza el derecho a la soberanía alimentaria debido a la aplicación de estimulantes orgánicos.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria Capítulo III: Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de Saberes (2011)

Art. 9.- Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres.

El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad.

Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional. (p. 3).

Art. 10.- Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior, y establecerá la asignación presupuestaria progresiva, anual para su financiamiento. El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a la demanda de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma (p. 4).

Art. 11. Programas de investigación y extensión. - En la instancia de la investigación determinada en el artículo anterior y en el marco del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el Plan Nacional de Desarrollo, se creará: Un programa de difusión y transferencia de tecnología dirigido al sector agroalimentario, con preferencia en los pequeños y medianos productores que tendrá un enfoque de demanda considerando la heterogeneidad de zonas agro bioclimáticas y patrones culturales de producción; y, Un programa para el análisis de los diversos sistemas alimentarios existentes en las diferentes regiones del país, a fin de orientar las políticas de mejoramiento de la soberanía alimentaria (p. 4).

Plan Nacional de Desarrollo toda una vida (2017)

Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural: La ciudadanía del sector rural demanda tanto un acceso equitativo a la tierra, agua, semillas y demás servicios básicos y servicios sociales, como la vinculación con los medios de producción. El desarrollo productivo debe ser consecuente con el entorno, con la sustentabilidad ambiental, para lo que se debe considerar la recuperación, uso eficiente y conservación de la fertilidad del suelo, recursos hídricos, agrobiodiversidad y recursos naturales (p. 84).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

Teniendo en cuenta el origen de las variables a evaluarse, este estudio tiene una modalidad de campo. El tipo de investigación que se utilizó es de acción experimental, descriptiva y explicativa.

3.1.1 Tipo de Investigación

3.1.1.1. Investigación aplicada

Esta investigación aportó conocimientos en la que se busca resolver problemas de la vida cotidiana y controlar situaciones de forma prácticas.

3.1.1.2. Investigación documental

Se utilizó una investigación documental por la recolección, selección, análisis y presentación de información coherente a partir del uso de documentos.

3.1.1.3. Investigación de campo

La investigación de campo se realizó por la extracción de datos e información con el fin de observar los resultados obtenidos de las plantas de arroz (*Oryza sativa*) frente al uso de bioestimulantes a base de algas.

3.1.1.4. Investigación experimental

La investigación experimental ayudó a manejar las variables independientes para observar efectos a producir en las variables dependiente.

3.1.1.5. Investigación descriptiva

La presente investigación de tipo descriptivo ayudó a establecer características y propiedades sobre el objeto de estudio para poder elaborar los objetivos de la investigación.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación se enfocó en el estudio de campo para determinar la eficacia de los bioestimulantes basados en algas como un complemento de nutrición para el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), esperando resultados adecuados para recomendar el uso de estos bioestimulantes, con el fin de contrarrestar la aplicación de los productos químicos y reducir el costo que generan estos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variables independientes

Para este proyecto experimental, la variable independiente está representada por diferentes aplicaciones de bioestimulantes a base de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) y (*Kappaphycus alvarezzi*), dando lugar a las variables dependientes.

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Altura de las plantas (cm)

Los datos se tomaron a los 15 y 35 días después de la siembra, con la ayuda de un flexómetro, utilizando 10 plantas al azar del área útil de cada parcela.

3.2.1.2.2. Número de macollo

Se contaron el número de macollas formadas a cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar para cada repetición de tratamiento y la recolección de datos se realizaron a los 60 días después del trasplante.

3.2.1.2.3. Longitud de la panícula (cm)

Se seleccionó diez plantas al azar, la medida se expresó en cm.

3.2.1.2.4. Número de granos llenos

Se seleccionaron diez panículas, en las cuales se contaron el número de granos llenos, para luego obtener el promedio por plantas.

3.2.1.2.5. Peso de 1000 granos

Para obtener estos datos se pesaron 1000 semillas, peso fue determinado en gramos.

3.2.1.2.6. Rendimiento (kg/ha)

Se tomó una muestra por cada parcela, se pesó cada muestra y se procedió a calcular el rendimiento objetivo para lo cual se estandarizó el peso obtenido de la muestra tomando en cuenta el 20% de humedad y el 5% de impurezas.

3.2.1.2.7. Análisis económico

Se comprobó los costos de la producción fija y variable en cada uno de los tratamientos, con la relación beneficio/costo.

3.2.2 Tratamiento

Tabla 1. Tratamientos de estudios

Tratamientos	Producto	Dosis/ha	Dosis/parcela	Aplicación
T1	<i>Ascophyllum nodosum</i> .	1L/ha	2.5 cc/25 m ²	10-30 DDT
T2	<i>Kappaphycus alvarezzi</i>	1L/ha	2.5 cc/25 m ²	10-30 DDT
T3	<i>Ascophyllum nodosum</i> + <i>Kappaphycus alvarezzi</i>	1L/ha	2.5 cc/25 m ²	10-30 DDT
T4	Testigo sin bioestimulantes	-	-	-

Lema 2022

Tabla 2. Área del diseño experimental

Característica	Cantidad
Número de tratamiento	4
Número de repeticiones	5
Número de parcelas	20
Ancho de parcela	5 m
Largo de la parcela	5 m
Distancia entre plantas	0.20 cm
Distancia entre hileras	0.40 cm
Distancia ente parcelas	1 m
Número de plantas /hilera	25
Número de hilera/ parcela	13
Hileras útiles/parcela	5
Área útil de parcela	12 m ²
Área total de la parcela	750 m ²

Lema, 2022

3.2.3 Diseño experimental

En el presente estudio se realizó, un diseño de bloques completamente al azar. Se realizó 4 tratamientos cada uno con 5 repeticiones, cada parcela tuvo una dimensión de 5x5 m². En donde se aplicaron dos bioestimulantes con extractos de algas distintas y una aplicación de los dos productos combinados y un testigo.

Tabla 3. Análisis Andeva

Fuentes de variación	Formula	Desarrollo	Grado de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4 - 1)	3
Repeticiones	(r -1)	(5 - 1)	4
Error experimental	(GLT) (GLR)	(3 X 4)	12
Total	((t x r) - 1)	((4 X 5) -1)	19

Lema, 2022

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Recursos bibliográficos

Para la ejecución de esta tesis, se acudió a la biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador con el fin de obtener los datos más recientes del cultivo de arroz y sus manejos agroecológicos empleados para mejorar la productividad en las plantaciones. Se utilizó información disponible en sitios web, libros.

3.2.4.1.2. Recursos humanos

- Estudiante
- Tutor de tesis
- Docente de titulación.

3.2.4.1.3. Herramientas y equipos

- Pico
- Guantes
- Balanza eléctrica
- Cinta métrica
- Cinta de colores
- Flexómetro
- Bomba de mochila
- Computadora
- Estacas
- Celular
- Calculadora
- Cuaderno

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

3.2.4.2.1.1. Método deductivo

Se pudo obtener conclusiones claras y precisas en base a la información bibliográfica.

3.2.4.2.1.2. Método inductivo

Se crearon ideas propias la cual fueron basadas en el enfoque analítico de los resultados y conocimientos adquiridos.

3.2.4.2.1.3. Método analítico

Se analizaron cada uno de los resultados con investigaciones anteriores para determinar nuevos datos los cuales ayudaran a futuros estudios.

3.2.4.2.2. Técnicas de manejo de experimento

- Preparación del suelo: La preparación del suelo se realizó de manera mecanizada usando una labranza mínima.
- Siembra: La siembra se realizó de manera manual.
- Riego: Se efectuó acorde a las necesidades del cultivo.
- Fertilización: Se aplicaron la dosis de acuerdo a los tratamientos establecidos.
- Control de maleza: Se aplicaron los productos de acuerdo a la presencia de la maleza que exista en el área.
- Control de plagas: De acuerdo con la incidencia que existió en el cultivo se aplicaron los productos con dosis recomendadas.
- Cosecha: Se realizó de forma manual con los debidos protocolos y técnicas.

3.2.5 Análisis estadístico

En este trabajo investigativo se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) compuesto de 3 tratamientos, un testigo y 5 repeticiones, en total 20 unidades

experimentales a evaluar. La comparación de medidas se realizó mediante la prueba de Tukey a 5% de significancia.

3.2.5.1. Hipótesis estadística

Ho: Ninguno de los dos productos a base de algas marinas como tratamientos aplicados al cultivo de arroz tendrá efecto significativo en el crecimiento vegetativo y rendimiento.

Ha: Al menos una de los dos productos a base de algas marinas como tratamientos aplicados al cultivo de arroz tendrá efectos en cuanto al crecimiento vegetativo y rendimiento.

4. Resultados

4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de arroz según los tipos de algas usadas como bioestimulantes.

4.1.1 Altura de la planta

En la tabla 4, se observa el promedio de la altura de la planta a los 15 y 35 días. Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza. A los 15 días de desarrollo del cultivo, se observa que los resultados no son significativamente diferentes, en el cual el tratamiento con mayor altura fue el T2 (*Kappaphycus alvarezzi*) con 30.86 cm, mientras que el tratamiento con menor altura fue el T4 (testigo sin bioestimulantes) con 26.60 cm.

A los 35 días se observa que los resultados son significativamente diferentes, donde el tratamiento con mayor altura fue el T1 (*Ascophyllum nodosum*) con una media de 67.20 cm, a diferencia del T4 (Testigo) el de menor altura con 61.20 cm, siendo el tratamiento más bajo.

Tabla 4. Altura (cm) de la planta a los 15 y 35 días

Tiempo	Tratamientos	Medias	E.E.	Grupo	CV	p-valor	
15 días	T2	30.86	1.32	A	10.03	0.1226	
	T1	30.60	1.32	A			
	T3	29.72	1.32	A			
	T4	26.56	1.32	A			
35 días	T1	67.20	1.33	A	2.65	0.0001	
	T3	65.98	1.33	A			B
	T2	65.38	1.33	A			B
	T4	61.26	1.33	B			B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Lema, 2022.

4.1.2 Número de macollos

Los datos obtenidos según el análisis de tukey en la tabla 5, indica que los resultados son significativamente diferente, la toma de los datos a los 60 días muestra que el mejor tratamiento fue el T3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*), con una media de 18.66 macollos, siendo superior estadísticamente, seguido por el T1 (*Ascophyllum nodosum*), con una media de 17.14 macollos, el cual supero al T2 (*Kappaphycus alvarezzi*) con un promedio de 16 macollos, y el tratamiento con menor resultado fue el T4 (Testigo) con una media de 12.36 macollos.

Tabla 5. Número de macollos a los 60 días

Tiempo	Tratamientos	Medias	E.E.	Grupo	CV	p-valor
60 días	T3	18.66	0.38	A	5.3	0.0001
	T1	17.14	0.38	A B		
	T2	16.00	0.38	B		
	T4	12.36	0.38	C		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Lema, 2022

4.1.3 Longitud de la panícula

Los valores que corresponden a la longitud de la panícula, que se expresan en el cuadro 6, muestran por medio de análisis de varianza que los resultados son significativamente diferentes, donde el tratamiento con mayor resultado fue el T3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*), con un promedio de 24.98 cm, seguido por el T2 (*Kappaphycus alvarezzi*), el cual presento un total de 24.32 cm. El tratamiento bajo fue el T4 (Testigo) con un promedio de 22.60 cm.

Tabla 6. Longitud de la panícula a los 100 días

Tiempo	Tratamientos	Medias	E.E.	Grupo	CV	p-valor
100 días	T3	24.98	0.35	A	3.28	0.0016
	T2	24.32	0.35	A		
	T1	23.90	0.35	A B		
	T4	22.60	0.35	B		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Lema, 2022.

4.1.4 Número de granos llenos

En la tabla 7, se registró en el análisis estadístico de la prueba de tukey, la cual indica que existe diferencia significativa en donde el T3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) obtuvo un promedio de 120.58 granos llenos siendo el mejor tratamiento, mientras que el T2 (*Kappaphycus alvarezzi*), presentó un total de 112.60 granos llenos, y el resultado más bajo fue el del T4 (Testigo) con un total de 95.76 granos llenos.

Tabla 7. Número de granos llenos

Tiempo	Tratamientos	Medias	E.E.	Grupo	CV	p-valor
110 días	T3	120.58	3.41	A	6.99	0.0008
	T2	112.60	3.41	A		
	T1	107.44	3.41	A B		
	T4	95.76	3.41	B		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Lema, 2022.

4.2 Determinación del tratamiento que genere mayor producción en el cultivo de arroz.

4.2.1 Peso de 1000 granos

Con relación al mejor tratamiento en el peso de 1000, en la tabla 8, se puede ver los promedios que se determinó en el análisis estadístico, en el cual existe diferencia significativa, en donde el T3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) presento un promedio de 32.98 gramos siendo el de mayor resultado , mientras que el T2 (*Kappaphycus alvarezzi*), alcanzó un valor de 31.94 gramos, seguido por el T1 (*Ascophyllum nodosum*), con una media de 30.77 gramos, y el tratamiento con menor peso fue el T4 (Testigo), con un total de 29.52 gamos.

Tabla 8. Peso de 1000 granos

Tiempo	Tratamientos	Medias	E.E.	Grupo	CV	p-valor
120 días	T3	32.98	0.56	A	3.98	0.0046
	T2	31.94	0.56	A B		
	T1	30.77	0.56	A B		
	T4	29.52	0.56	B		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Lema, 2022.

4.2.2 Rendimiento (kg/ha)

Como se observa en la tabla 9, se pudo determinar que no existe diferencia significativa, en la cual en tratamiento con mejor resultado fue el T3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*), con un total de 7112.80 kg/ha, seguido por el T2 (*Kappaphycus alvarezzi*), alcanzando el valor de 6788.60 kg/ha; en cambio el T1 (*Ascophyllum nodosum*), obtuvo una media de 6584 kg/ha, y el tratamiento más bajo fue el T4 (Testigo), el cual mostro un rendimiento de 6307 kg/ha.

Tabla 9. Rendimiento (kg/ha)

Tiempo	Tratamientos	Medias	E.E.	Grupo	CV	p-valor
120 días	T3	7112.80	220.72	A	7.37	0.1092
	T2	6788.60	220.72	A		
	T1	6584.00	220.72	A		
	T4	6307.00	220.72	A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Lema, 2022.

4.3 Análisis de beneficio-costo para los tratamientos en estudio.

Los resultados que se obtuvieron para el total de egresos, fueron representados por el costo de producción de cada uno de los tratamientos. El tratamiento 3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) obtuvo un costo de producción de \$1162, dando un rendimiento de 7112.80 kg/ha, con una relación beneficio/costo de \$0.33, siendo superior al T2 (*Kappaphycus alvarezzi*), el cual presentó un mayor costo de producción con un valor de \$ 1170 y un rendimiento de 6788.60 kg/ha, teniendo

una relación de beneficio/costo de \$0.20. Mientras que el T1 (*Ascophyllum nodosum*) tuvo un costo de producción menor con un total de 1154 kg/ha; pero de la misma forma presento una relación beneficio/costo con un total de \$0.17 siendo uno de los más bajos con el T4 (Testigo) el cual mostro un beneficio/costo de \$0.12.

Tabla 10. Relación beneficio/costo

Detalle	Tratamientos			
	T1 (\$)	T2 (\$)	T3 (\$)	T4 (\$)
Productos				
<i>Ascophyllum nodosum.</i>	24			
<i>Kappaphycus alvarezzi</i>		40		
<i>Ascophyllum nodosum + Kappaphycus alvarezzi</i>			32	
Alquiler del terreno	200	200	200	200
Semilla	120	120	120	120
Preparación del terreno	100	100	100	100
Jornales para trasplantar	200	200	200	200
Jornal para fumigar	50	50	50	50
Insecticida	60	60	60	60
Fungicida	65	65	65	65
Fertilización edáfica	250	250	250	250
Cosecha	85	85	85	85
Egresos	1154	1170	1162	1130
Producción (kg/ha)	6584.20	6788.60	7112.80	6307.20
Precio (USD/kg)	0.38	0.38	0.38	0.38
Beneficio	2502.00	2579.67	2702.86	2396.66
Relación	1348	1410	1541	1267
Beneficio/costo	0.17	0.20	0.33	0.12

Lema, 2022

5. Discusión

El propósito de esta investigación experimental fue la de evaluar la complementariedad aplicando bioestimulantes a base de algas para el aumento de producción en arroz (*Oryza sativa*) en el cantón Montalvo, provincia de Los Ríos.

Para el estudio del comportamiento agronómico de la variedad sfl-11, se tomaron datos de cada variable mencionada anteriormente, en la que existieron diferencias en las tomas de datos, en la cual el tratamiento con que presentó mayor representatividad durante la etapa vegetativa fue el T3, con una altura de la planta a los 35 días de 67.20 cm, con una media de 18.66 en mancillamiento, una longitud de panícula con un promedio de 24.98 cm, en el número de granos llenos presentó un total de 120.58; lo cual fue similar a los resultados obtenidos por Villafuerte (2015), en la que obtuvo una altura de la planta promedio a 65.30 cm, en macollamiento presentó 16.80, en longitud de la panícula obtuvo 22.43 cm y en número de granos lleno tuvo una media de 116.67.

El rendimiento del cultivo de arroz, que se alcanzó con la aplicación de la mezcla como son (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) presentó un resultado de 7112.80 kilogramos por hectárea, lo que concuerda con Almeida (2021), el cual manifiesta que la aplicación de extractos de algas marinas ayudan al aumento del rendimiento y calidad de la cosecha. Sin embargo, se difieren con los datos obtenidos por Martínez (2018), el cual presentó un rendimiento de 5850.15 kilogramos por hectárea.

En lo que se debe al análisis costo beneficio, de los datos obtenidos el mayor beneficio costo de los tratamientos fue el T3 a base de (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*) el cual presentó un egreso de \$1162 y se obtuvo un rendimiento de 7112.80 kg/ha, presentado un beneficio/costo de \$ 0.33 resultados que

fueron similares al que obtuvo Oliveira (2018), el cual tuvo un egreso de \$1174 y un rendimiento de 6853.12 kg/ha, obteniendo un beneficio/costo de \$ 0.22.

6. Conclusiones

De acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación se puede concluir lo siguiente:

En el comportamiento agronómico del cultivo de arroz evaluado, el tratamiento que mejor resultado presentó fue el T3 (*Ascophyllum nodosum* + *Kappaphycus alvarezzi*), presentando un promedio de macollo de 18.66, una longitud de panícula con una media de 24.98 cm y en números de granos llenos obtuvo un total de 120.58.

En lo que respecta al peso de 1000 granos y el rendimiento, la aplicación de bioestimulantes que presentó buenos resultados fue el T3, presentando en el peso de 1000 granos un total de 32.98 gramos y un rendimiento de 7112.80 kg/ha, seguido por el T2, el cual presentó en el peso de 1000 granos una media de 31.94 gramos y un rendimiento de 6788.80 kg/ha.

Realizando el análisis económico correspondiente con la relación beneficio/costo, se puede concluir que, desde el punto de vista económico que la aplicación de algas como bioestimulantes sí influyó en las variables en estudio, puesto que se observó ganancia en relación a los costos de producción invertidos en el T3 \$0.33 y en el T2 \$0.20.

7. Recomendaciones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de esta investigación se recomienda los siguiente:

Realizar la mezcla de las algas marinas *Ascophyllum nodosum* (500 cc/ha) y *Kappaphycus alvarezzi* (500 cc/ha) y aplicar en el cultivo de arroz a los 10 y 30 días después del trasplante, ya que obtuvo una rentabilidad altamente significativa con relación a las variables estudiadas.

Además, se sugiere continuar con investigaciones de bioestimulantes con las algas marinas en estudio, evaluando diferentes dosis y épocas de aplicación en otras zonas arroceras.

8. Bibliografía

- Aguayo, A., y Cruz, G. (2020). Efecto del Silicio y Bioestimulantes. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.do/perfiles/los-cereales/el-arroz.aspx>
- Aguilar, M. (2010). *Estudio agroeconómico del cultivo del arroz bajo producción integrada en las marismas del Guadalquivir*. Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/estudio_arroz_baja.pdf
- Alban, E. (2014). *Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana*. Obtenido de <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/laproduccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>
- Almeida, A. (2021). *Efecto de algas marinas como fertilizante para el cultivo del arroz (Oryza Sativa L)*. Obtenido de <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Suelos/Acidificaci>
- Alvarado, M. (2015). *Efecto de bioestimulante enzimático a base de algas marinas sobre el desarrollo de caña de azúcar*. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/esisjcem/2015/06/17/Alvarado-Heber.pdf>
- Alvarez, E. (2018). Cultivo de arroz (Oryza sativa L.). Obtenido de https://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf
- Arrogocés, O. (Abril de 2005). *Cultivo de arroz*. Obtenido de [http://www.betucobelgium.be/rijst/Cultivo de arroz_planta_arroz.pdf](http://www.betucobelgium.be/rijst/Cultivo%20de%20arroz_planta_arroz.pdf)
- Banchon, J. (2017). *Influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), bajo*

- riego (Tesis de pregrado), Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.
- Barker, A. (2011). *El cultivo del arroz*. Obtenido de [https:// www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm](https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm)
- Barzola, B. (2017). *Comportamiento agronómico de la variedad iniap 15 (oryza sativa l) a la aplicación de bioestimulantes vía foliar en suelo meca nizado obioestimulantes vía foliar en suelo mecanizado cantón Daule Provincia del Guayas*". (Tesis de pregrado) Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil , Ecuador.
- Bravo, M. (2011). *Determinación del efecto de microelementos en combinación con un programa de fertilización química, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), variedad INIAP 15 bajo sistema de riego en la zona de Babahoyo*. Babahoyo. Obtenido de [http: //www. tkinet.com /TKM/D ocu me nts /Spec/Spec.%20Sheet%20Surrou](http://www.tkinet.com/TKM/Docu%20mentos/Spec/Spec.%20Sheet%20Surrou)
- Cadena, S. (2014). *Evaluación de tres bioestimulantes para prevenir la la abscisión de la flor, en el cultivo de haba, (Vicia faba L)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193246976020>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] (2005). *Morfología de la planta de arroz*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/jorgeaugustobarbosaleguizamo/morfologia-planta-arroz-50789215>
- Dirección de ciencia y Tecnología [DICTA] (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz*.
- FAO. (2013). *Seguimiento al mercado de arroz*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3735s.pdf>

- Fernández, J. (04 de 01 de 2021). *Bioestimulantes. Tipos, ventajas y desventajas de uso*. Obtenido de entufinca.com : <https://entufinca.com/bioestimulantes-tipos-ventajas-y-desventajas-de-uso/>
- Fierro, S. (2006). *Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz*. Obtenido de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Gaibor, N. (2019). *Bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz*. Obtenido de <http://www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo/>
- González, A. (2015). Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6nspe12/2007-0934-remexca-6-spe12-2437.pdf>
- Google. (2021). *Google Earth*. Obtenido de https://earth.google.com/web/search/Recinto+Higueron,+V%C3%ADnculos/@-1.56287419,-79.85849397,12.79275556a,1056.33336822d,35y,-46.45353665h,0t,0r/data=CoQBGloSVAoIMHg5MDJjZWQ5OTNhYmZjZjE1OjB4MzBiM2VkNTE3MDAwOWVmZBndq_tsiQH5vyFJVjSM8fZTwCoZUmVjaW50byBlaWd1ZX
- Guaman, E. (28 de 01 de 2011). *Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de arroz*. Obtenido de <https://www.ejemplos10.com/e/requerimientos-edafoclimaticos-para-el-cultivo-de-arroz/>
- INDIA. (2013). Nuevas moléculas combaten mejor a las enfermedades. *PROAGRO*, 16. Obtenido de <https://issuu.com/pronaca/docs/proagro14/11>
- INFOAGRO. (2017). *Composición química del suelo y su pH*. Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/composicion-quimica-del-suelo-y-su-ph/>

- INFOAGRO. (2020). *Las algas en la agricultura: su uso como fertilizante*. Obtenido de <https://infoagro.com/abonos/algas.htm>
- INIAP. (2008). *Manual del Cultivo de Arroz: Factores Ambientales para el Desarrollo del Cultivo de Arroz 2ª Edición*.
- Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas [INCA] (06 de 2020). *Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200010
- Instituto Nacional De investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*. Obtenido de <http://www.orencifras.gob.ec/encuesta-desuperficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/>
- Instituto Nacional De investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2014). *ARROZ*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>
- Laya, V. (2021). *Arroz: Morfología y partes de la planta*. Obtenido de <https://agroeps.com.ve/blog/conceptos/arroz-morfologia-y-partes-de-la-planta/>
- Malla, K. S. (2015). *Estudio fenométrico e índice de balance hídrico del cultivo de arroz (oryza sativa l.) en el cantón Arenillas*. Obtenido de <https://fertilizantesecoforce.es/extractos-dealgas/>
- Mariasg. (2013). *El arroz. características y preparación del suelo*. Obtenido de <https://blog.agroterra.com/descubrir/el-arroz-caracteristicas-y-preparacion-del-suelo/77166/>
- Martínez, F. (2018). *efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa l.), sembrado en seco*. Obtenido de <https://www.fertiberia.com/es/agricultura/servicios-al-agricultor/guia-delabonado/arroz/>

- Menéndez, S. (2020). *Evaluación de tres variedades de arroz (oryza sativa L.) por dos métodos de siembra trasplante y a voleo*. (Tesis de pregrado) Universidad agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.
- Morales, C. (9 de NOVIEMBRE de 2017). *Uso de bioestimulantes en arandanos*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6679>
- Oliveira, C. (2018). *Uso de bioestimulantes a base de sustancias húmicas y extracto de algas en el desarrollo inicial de arroz de las montañas*. Obtenido de https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/6631/TCC_2018_Ohana%20Cristina%20Oliveira%20Faria.pdf
- Olmos, S. (2007). Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. Obtenido de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Orgakapp SA. (2019). *Producto base de algas*. Obtenido de <https://www.orgkapp.com/>
- Paredes, M. (2020). *Morfología y estados de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68052/Capitulo%2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Patricio Meza, R. G. (2017). *Comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (Oryza sativa L.) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional Autónoma de México. Matagalpa, México.
- Pincirolí, M. (2015). *EL Arroz*. buenos aires. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46744>

- Polón, R. (2016). *Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2649.8800>
- Quijije; Carvajal; Garcia; Cedeño. (2019). Costo, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondón (Ecuador). *ESPACIO*, 10. Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a19v40n07/a19v40n07p16.pdf>
- Rodriguez, R. (2013). *Efecto de la aplicación de siete niveles de extracto de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de <http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/495-ique-sonlos-bioestimulantes>
- Ronquillo, A. (2017). *Efectos de diferentes dosis de un biofertilizante orgánico mineral en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), Daule, Provincia del Guayas. (Tesis de pregrado) Universidad Estatal de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador*.
- Sáenz, M. (4 de Enero de 2021). *Bioestimulantes. Tipos, ventajas y desventajas de uso*. Obtenido de <https://entufinca.com/bioestimulantes-tipos-ventajas-y-desventajas-de-uso/>
- Sánchez, S. (2019). *Evaluación agronómica de las variedades de arroz (Oryza sativa L.) SFL - 011 e INIA 512 - Santa Clara en condiciones de riego*. Obtenido de [http://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/\\$webindex/8000E9E5FCFF1542](http://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/$webindex/8000E9E5FCFF1542)
- Valladares, C. (2010). *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de los grano*. La Ceiba. Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf>
- Velez, J. (2015). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Suelos/Acidificaci>

Villafuerte, G. (2015). *efecto de las algas marinas en la fertilización del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de <http://agrodesa.com/inicio/articulos.php?url=manejo-de-lafertilizacion-foliar-y-bioestimulantes>

Villegas, D. (2016). *Efecto de varias dosis de Bioestimulante en la variedad de arroz (Oryza sativa L.) INIAP 14 en la zona de Samborondón provincia del Guayas. Samborondon.*

YARA. (2021). *YaraVita BIOTRAC*. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/productos/yaravita/yaravita-biotrac/>

Zambrano, F. (2019). *Respuesta del crecimiento de plántulas de arroz en macetas a la aplicación de cuatro grupos de bioestimulantes*. Obtenido de https://rraae.cedia.com/Record/GU_92463bfafbb7a897583f7978ab4b37db

9. Anexo

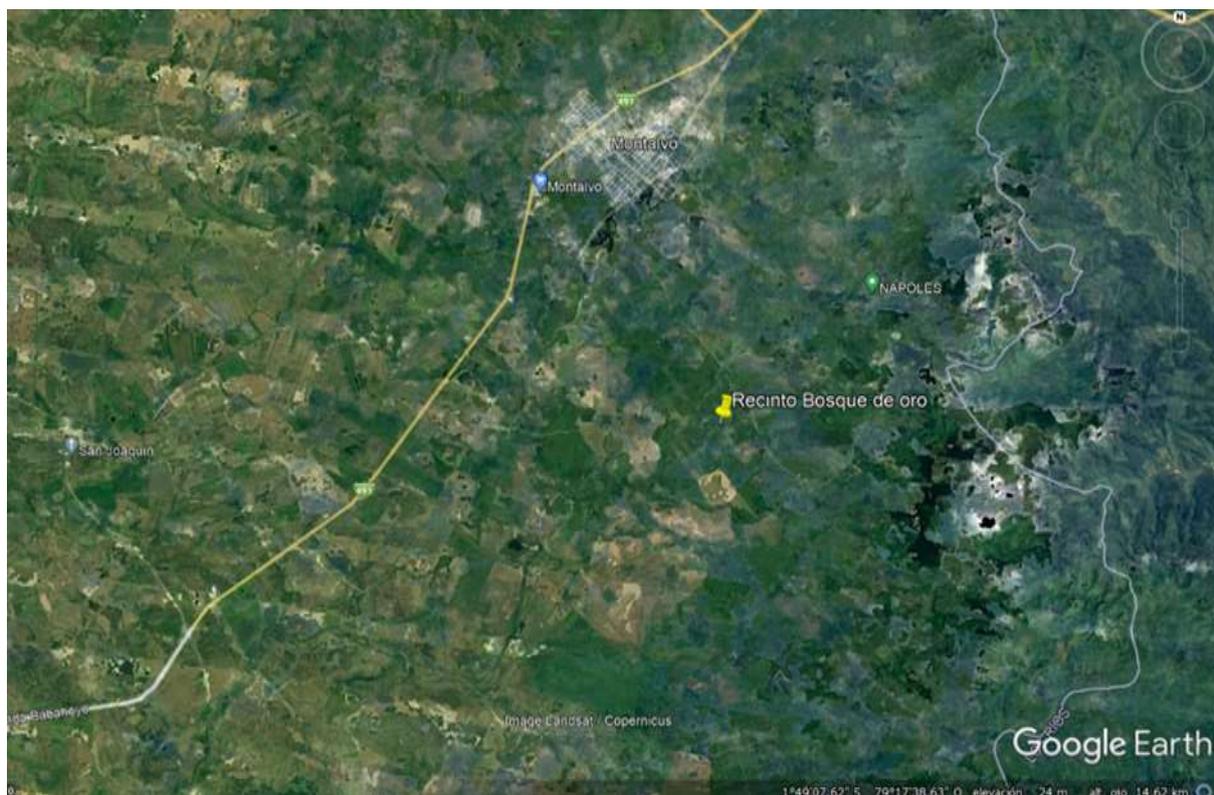


Figura 1. Ubicación del área de estudio.
Google Earth, 2022

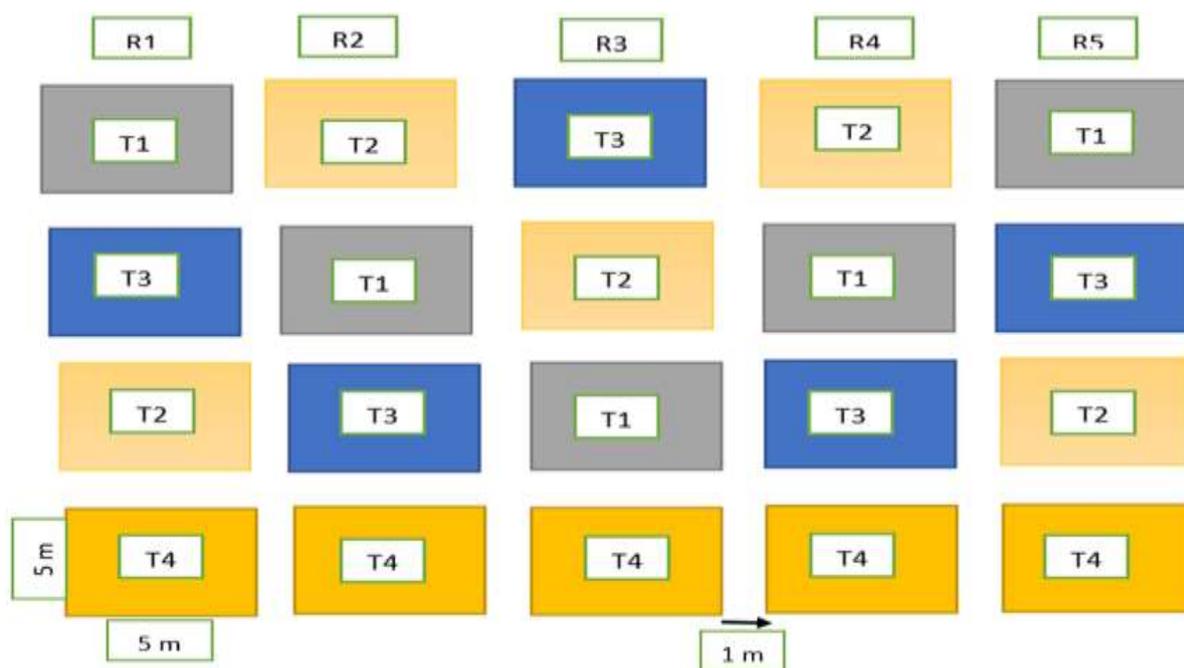


Figura 2. Croquis del trabajo experimental.
Lema, 2022



NUEVA

SEMILLA CERTIFICADA DE ARROZ
SFL-11
La ideal para riego

Potencial de rendimiento de 8 a 10 TM/ha

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
La nueva semilla certificada de arroz SFL-11 es el resultado de más de 5 años de investigación y ensayos en el campo.

CARACTERÍSTICAS

- Esta semilla muestra un excelente comportamiento en condiciones de riego en zonas como: Babahoyo, Mata de Cacao, Simón Bolívar, Montalvo, Samborondón, Daule, Santa Lucía, Taura y Boliche.
- Es tolerante al Sarodadium y Rhizotonia.
- Para terrenos nivelados con buen manejo de lámina de agua.

BENEFICIOS COMPROBADOS

Para el agricultor: Alto rendimiento en sistema de riego de 8 a 10 TM/ha.
Para el pilador: - Posee uno de los mejores índices de pilado 67%
- Alcanza grado de cocción en apenas 45 días aproximadamente.
Para el consumidor final: Es el arroz producido con la semilla certificada de arroz SFL-11, de excelente sabor, es más graneado y rendidor que crece en la olla mucho más que los granos convencionales.

Figura 3. Semilla SFL-11 (Ficha Técnica).
INDIA, 2013



FICHA TÉCNICA

DESCRIPCIÓN

MATERIA PRIMA	ALGAS MARINAS (KAPPAPHYCUS ALVAREZII)
GRUPO	ELEMENTOS BIOACTIVOS
TIPO	CONCENTRADO SOLUBLE
GRADO	BIOESTIMULANTE NATURAL
FABRICANTE	ORGKAPP S.A
PROCEDENCIA - PAÍS	SALINAS - ECUADOR
USO	AGRICOLA (FOLIAR)

DENSIDAD 20°C	1,2 g/ml
PH (0,1%)	7,0
FORMULACIÓN	Concentrado soluble
COMPATIBILIDAD	No mezclar con productos azufrados, aceites minerales, carbonatos
MODO DE USO	Agitar antes de usar
MANEJO DEL PRODUCTO	Mantener en lugar fresco y aireado, no > 40°C, no congelar, PRODUCTO LIBRE DE METALES PESADOS

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

CITOQUININAS	5,0 ppm
AUXINAS	0,18 ppm
GIBERELINAS	1,2 ppm
BETAÍNA	38,0 ppm
ARGININA	1,25 %
MANITOL	2,1 %
ACIDO ALGINICO	29,8 %
ACIDO FULVICO	8,5 %
ACIDO HUMICO	32,0 %
POLISACARIDOS	14,8 %
PROTEINAS	12,0 %
NITRATOS	0,2%
FOSFATOS	3,2 %
SILICIO	3,8 %
SULFATOS	0,9 %
POTASIO	9,6 %
HIERRO	1,09 %

Figura 4. Ficha técnica orgkapp (*Kappaphycus alvarezzi*).
Orgkapp, 2022

YaraVita[®]

BIOTRAC[®]

Solución líquida concentrada		
Nutriente		Concentración
Boro (B)	1,3% p/v	13 g/l
Zinc (Zn)	1,3% p/v	13 g/l
Nitrogeno	6,5% p/v	65 g/l
Carbono orgánico	12% p/v	

Contiene extractos de alga *Ascophyllum nodosum*

Figura 5. Ficha técnica biotrac (*Ascophyllum nodosum*).
Yara, 2022



Figura 6. Preparación del terreno.
Lema, 2022



Figura 7. Trasplante de arroz.
Lema, 2022



Figura 8. Delimitación para las parcelas de ensayo.
Lema, 2022



Figura 9. Aplicación de los tratamientos en estudio.
Lema, 2022



Figura 10. Preparación del bioestimulante para la segunda aplicación.
Lema, 2022



Figura 11. Control de insectos plagas.
Lema, 2022



Figura 12. Toma de variables.
Lema, 2022



Figura 13. Inspección de los tratamientos en estudio.
Lema, 2022



Figura 14. Visita del tutor al campo de experimental.
Lema, 2022



Figura 15. Cosecha del arroz.
Lema, 2022



Figura 16. Peso de los 1000 granos.
Lema, 2022

Análisis de la varianza

Toma 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Toma 1	20	0,30	0,16	10,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,67	3	19,56	2,24	0,1226
Tratamientos	58,67	3	19,56	2,24	0,1226
Error	139,49	16	8,72		
Total	198,17	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,34276

Error: 8,7182 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	30,86	5	1,32 A
T1	30,60	5	1,32 A
T3	29,72	5	1,32 A
T4	26,56	5	1,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Toma 35 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Toma 2	20	0,41	0,30	4,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,62	3	33,21	3,76	0,0323
Tratamientos	99,62	3	33,21	3,76	0,0323
Error	141,37	16	8,84		
Total	240,99	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,37857

Error: 8,8355 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	67,20	5	1,33 A
T3	65,98	5	1,33 A B
T2	65,38	5	1,33 A B
T4	61,26	5	1,33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 17. Análisis de varianza – altura de la planta a los 15 y 35 días.
Lema, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos	20	0,90	0,89	5,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	108,09	3	36,03	49,89	<0,0001
Tratamientos	108,09	3	36,03	49,89	<0,0001
Error	11,56	16	0,72		
Total	119,65	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,53778

Error: 0,7222 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	18,66	5	0,38	A
T1	17,14	5	0,38	A B
T2	16,00	5	0,38	B
T4	12,36	5	0,38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 18. Análisis de varianza - número de macollos.
Lema, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud	20	0,61	0,53	3,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,11	3	5,04	8,18	0,0016
Tratamientos	15,11	3	5,04	8,18	0,0016
Error	9,86	16	0,62		
Total	24,97	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42017

Error: 0,6160 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	24,98	5	0,35	A
T2	24,32	5	0,35	A
T1	23,90	5	0,35	A B
T4	22,60	5	0,35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 19. Análisis de varianza - longitud de la panícula.
Lema 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Granos llenos	20	0,64	0,57	6,99	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1630,92	3	543,64	9,33	0,0008
Tratamientos	1630,92	3	543,64	9,33	0,0008
Error	932,25	16	58,27		
Total	2563,17	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,81203

Error: 58,2658 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	120,58	5	3,41 A
T2	112,80	5	3,41 A
T1	107,44	5	3,41 A B
T4	95,76	5	3,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 20. Análisis de varianza - granos llenos.
Lema, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
PESO DE 1000 GRANOS	20	0,54	0,45	4,27	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33,42	3	11,14	6,24	0,0052
TRATAMIENTO	33,42	3	11,14	6,24	0,0052
Error	28,57	16	1,79		
Total	61,99	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,41799

Error: 1,7857 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	32,98	5	0,60 A
T2	31,94	5	0,60 A
T1	30,77	5	0,60 A B
T4	29,52	5	0,60 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 21. Análisis de varianza - peso de 1000 granos.
Lema, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RENDIMIENTO	20	0,31	0,18		7,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1729939,75	3	576646,58	2,37	0,1092
TRATAMIENTO	1729939,75	3	576646,58	2,37	0,1092
Error	3897252,80	16	243578,30		
Total	5627192,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=893,03845

Error: 243578,3000 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	7112,80	5	220,72 A
T2	6788,60	5	220,72 A
T1	6584,00	5	220,72 A
T4	6307,20	5	220,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 22. Análisis de varianza - rendimiento.

Lema, 2022